

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10303801 A**(43) Date of publication of application: **13 . 11 . 98**

(51) Int. Cl. **H04B 7/216**
H03M 13/12
H04B 14/04

(21) Application number: **10081703**(22) Date of filing: **27 . 03 . 98**(30) Priority: **03 . 04 . 97 US 97 832548**(71) Applicant: **AT & T CORP**(72) Inventor: **GERAKOULIS DIAKOUMIS
PARISSIS**

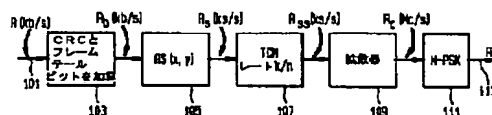
(54) **METHOD, DEVICE AND SYSTEM FOR
EFFECTIVELY TRANSMITTING SPECTRUM OF
CDMA MODULATED SIGNAL**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the CDMA(code division multiple access) transmission spectrum efficiency in a transmission system which transmits the signal spectra to a single spot from plural spots by combining the Reed-Solomon coded communication signals with the interleave to spread and re-spread them in the available band width by means of an orthogonal code after the convolutional code modulation.

SOLUTION: Plural traffic channels are included in a CDMA channel. Then the digital processing is carried out, and this connection is attained in both full-orthogonal and half-orthogonal modes. An input lead wire 191 receives a transmitting signal of a rate R (kb/s), and a framing unit 103 performs a cyclic redundancy check to form a K frame of a frame signal transmission bit rate R_b (kb/s). A Reed-Solomon coder 105 RS (x, y) adds the bit error protection. A spreading device 109 spreads and re-spreads the TCM modulated signals in the band width of 10 MHz.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-303801

(43) 公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 4 B 7/216
H 0 3 M 13/12
H 0 4 B 14/04

識別記号

F I
H 0 4 B 7/15 D
H 0 3 M 13/12
H 0 4 B 14/04 D

審査請求 未請求 請求項の数36 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平10-81703
(22) 出願日 平成10年(1998) 3 月27日
(31) 優先権主張番号 0 8 / 8 3 2, 5 4 8
(32) 優先日 1997年4月3日
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

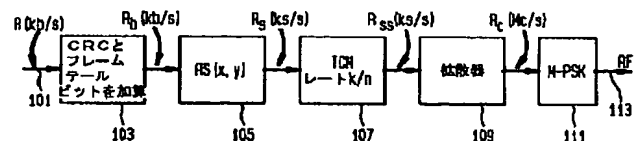
(71) 出願人 390035493
エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション
AT&T CORP.
アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨーク ニューヨーク アヴェニュー オブ ジ アメリカズ 32
(72) 発明者 ディアコミス パリシス グラコリス
アメリカ合衆国 ニュージャージー州 ドーバー オーク ストリート 135
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 CDMA変調された信号のスペクトルを効率よく伝送する方法、装置、システム

(57) 【要約】

【課題】 CDMAでは、拡散符号が相互に干渉すると、所定の帯域幅の中の実効通信チャネル数が制限されるので、スペクトル効率が悪くなる。信号間の干渉は、複数ビームシステムでは特に問題である。

【解決手段】 複数地点から1地点への伝送システムにおいて、リードソロモン符号化通信信号が、ターボまたはトレリス符号変調され、次いで、ユーザ信号スペクトルと複数信号ビームに直交拡散操作が行われる。結果の拡散信号は、RFのビームとして伝送される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の地上トランシーバ局と、衛星空中トランシーバ局を有する無線伝送システムにおいて、地上トランシーバ局を衛星トランシーバ局に接続する複数地点から1地点への通信システムにおける信号処理装置であって、この装置において、複数の個別ユーザ信号を、複数のユーザ信号を含むより少ない複数のビームに集束し、スペクトル効率を向上させる信号処理装置が、各トランシーバ局を含み、前記各トランシーバ局は、無線伝送回路と、ユーザ信号を、複数のユーザ信号を含むビームに集束する回路と、無線受信回路を、含み、前記無線伝送回路は、信号フレーム化回路と、フレーム化された信号を符号化するため接続されるリードソロモン符号回路と、リードソロモン符号化されたフレーム化信号を変調するため接続される畳み込み接続変調回路を、有し、前記ビーム集束回路は、拡散回路と、拡散および再拡散された信号とビームをエアインタフェースに無線伝送するために結合されるRF信号生成回路とこれに接続される放射アンテナを含み、前記拡散回路は、変調された信号を、それぞれ信号とビームに対応する第1と第2の拡散符号で拡散および再拡散し、この第1と第2の符号の少なくとも1方はビーム間と信号間に最大分離を達成する直交性を有し、前記無線受信回路は、受信RF信号の復調回路と、受信し復調された信号の逆拡散および逆再拡散回路と、受信し逆拡散および逆再拡散された信号の復号および位相復元回路と、情報信号を復元するリードソロモンおよび畳み込み接続復号器回路と、を有するシステム。

【請求項2】 請求項1に記載の無線伝送システムにおいて、ユーザ信号を、複数のユーザ信号を含むビームに集束するTCMレート3/4のトレリス符号変調器回路を含む畳み込み接続符号回路を含むシステム。

【請求項3】 請求項1に記載の無線伝送システムにおいて、ユーザ信号を、複数のユーザ信号を含むビームに集束するTCMレート2/3のトレリス符号変調器回路を含む畳み込み接続符号回路を含むシステム。

【請求項4】 請求項1に記載の無線伝送システムにおいて、ユーザ信号を、複数のユーザ信号を含むビームに集束するターボレート2/3のターボ符号変調器回路を含む畳

み込み接続符号回路を含むシステム。

【請求項5】 請求項1に記載の無線伝送システムにおいて、ユーザ信号を、複数のユーザ信号を含むビームに集束するターボレート1/2のターボ符号変調器回路を含む畳み込み接続符号回路を含むシステム。

【請求項6】 請求項1に記載の無線伝送システムにおいて、フレーム化された信号を符号化するよう接続され、(32, 16)の符号化レートを有するリードソロモン符号回路を含むシステム。

【請求項7】 請求項1に記載の無線伝送システムにおいて、フレーム化された信号を符号化するよう接続され、(16λ, 15λ)の符号化レートを有するリードソロモン符号回路を含むシステム。

【請求項8】 2個の通信局を接続する複数地点から1地点への無線伝送システムにおいて、無線伝送媒体における信号処理が、

符号化された信号をトレリス符号変調するステップと、トレリス符号で変調されたユーザ信号を拡散および再拡散して拡散スペクトル信号を生成し、また、選択されたユーザ信号を、拡散および再拡散されるビームに集束するステップと、

拡散スペクトルビームを無線伝送技術により伝送し、これにより、個々のユーザ信号間とビーム相互間の干渉を実質的に無くするステップと、を含むシステム。

【請求項9】 請求項8に記載の2個の通信局を接続する複数地点から1地点への無線伝送システムにおいて、ユーザ信号をリードソロモン符号化するステップと、他のビーム符号の干渉からビームを保護するためビームに加える直交拡散符号と、各ユーザ信号を区別するため加える直交拡散符号を有する拡散および再拡散処理用直交符号を使用するステップと、をさらに含むシステム。

【請求項10】 請求項8に記載の2個の通信局を接続する2地点間無線伝送システムにおいて、ユーザ信号をリードソロモン符号化するステップと、ビームに加える半直交拡散符号を使用するステップと、をさらに含むシステム。

【請求項11】 請求項8に記載の2個の通信局を接続する複数地点から1地点への無線伝送システムにおいて、信号を位相偏移変調信号として伝送するステップをさらに含むシステム。

【請求項12】 信号間およびビーム間干渉を防ぐことにより、伝送リンクのスペクトル効率を改善する信号処理システムにおいて、フレーム化されたユーザ信号を符号化する手段と、符号化手段に接続された、符号化されたユーザ信号のトレリス符号変調手段と、

トレリス符号変調し、拡散により拡散スペクトル信号を生成する手段と、

拡散されたスペクトル信号を再拡散する手段と、ユーザ信号を、複数ユーザビーム信号に集束する手段と、

拡散スペクトル信号を位相偏移変調する拡散出力手段に接続される手段と、を含むシステム。

【請求項13】 請求項12に記載の伝送リンクのスペクトル効率を改善する信号処理システムにおいて、トレリス変調された信号を、直交ユーザ符号とビームP

N符号で拡散する手段をさらに含む拡散手段を含むシステム。

【請求項14】 請求項13に記載の伝送リンクのスペクトル効率を改善する信号処理システムにおいて、トレリス変調された信号が集束されたビームを直交ビーム符号で拡散する手段をさらに含む拡散手段を含むシステム。

【請求項15】 請求項12に記載の伝送リンクのスペクトル効率を改善する信号処理システムにおいて、

拡散信号にサインとコサインの乗数を加え、拡散信号を位相偏移変調する手段をさらに含むシステム。

【請求項16】 2個の通信局を接続する無線伝送システムにおいて、畳み込み接続符号化方法と続くインタリーブにより、符号化された信号を変調するステップと、

変調された信号を拡散および再拡散し、信号をビームに集束し、無線伝送用拡散スペクトルビームを生成するステップと、を含むシステム。

【請求項17】 請求項16に記載の、2個の通信局を接続する無線伝送システムにおいて、リードソロモン符号化方法により信号を符号化し、次いで変調するステップによりさらに規定されるシステム。

【請求項18】 請求項16に記載の、2個の通信局を接続する無線伝送システムにおいて、拡散処理用直交拡散符号を使用するステップによりさらに規定されるシステム。

【請求項19】 請求項16に記載の、2個の通信局を接続する無線伝送システムにおいて、ビーム間干渉からビームの分離を維持する直交拡散符号を使用するステップによりさらに規定されるシステム。

【請求項20】 請求項16に記載の、2個の通信局を接続する無線伝送システムにおいて、ユーザチャネル間の分離を維持する直交拡散符号を使用するステップによりさらに規定されるシステム。

【請求項21】 請求項16に記載の、2個の通信局を接続する無線伝送システムにおいて、信号をリードソロモン符号化するステップと、

ビームに加えられる半直交拡散符号を使用するステップによりさらに規定されるシステム。

【請求項22】 2個の通信局を接続する複数地点から

1地点への無線伝送システムにおいて、符号化された信号をターボ符号変調する信号処理ステップと、ターボ符号変調された信号を拡散および再拡散し拡散スペクトル信号を生成する信号処理ステップと、により規定されるシステム。

【請求項23】 請求項22に記載の、2個の通信局を接続する複数地点から1地点への無線伝送システムにおいて、複数のユーザチャネルを副帯域とするビーム信号によりさらに規定され、

信号をリードソロモン符号化するステップと、他のビームの干渉からビームを保護するためビームに加えられる直交拡散符号と、各ユーザ信号を区別するため加えられる直交拡散符号を有する拡散処理用直交符号を使用するステップと、をさらに含むシステム。

【請求項24】 請求項22に記載の、2個の通信局を接続する複数地点から1地点への無線伝送システムにおいて、信号を位相偏移変調信号として伝送するステップを含むシステム。

【請求項25】 伝送リンクのスペクトル効率を改善する信号処理システムにおいて、フレーム化された信号を符号化する手段と、符号化手段に接続され、符号化された信号をターボ符号変調する手段と、ターボ符号変調手段に接続され、ターボ符号変調された信号を拡散および再拡散し、拡散および再拡散により拡散スペクトル信号を生成する手段と、出力を拡散し、拡散されたスペクトル信号を位相偏移変調する手段に接続される手段と、を含むシステム。

【請求項26】 請求項25に記載の、伝送リンクのスペクトル効率を改善する信号処理システムにおいて、ターボ変調された信号を直交ユーザ符号とビームPN符号で拡散および再拡散する手段を含む拡散および再拡散手段をさらに含むシステム。

【請求項27】 請求項8に記載の、複数地点から1地点への無線伝送システムにおいて、3/4のTCMレートでトレリス符号変調するステップを含むシステム。

【請求項28】 請求項8に記載の、複数地点から1地点への無線伝送システムにおいて、2/3のTCMレートでトレリス符号変調するステップを含むシステム。

【請求項29】 請求項12に記載の信号処理システムにおいて、3/4のTCMレートでトレリス符号変調する手段を含むシステム。

【請求項30】 請求項12に記載の信号処理システムにおいて、2/3のTCMレートでトレリス符号変調する手段を含

むシステム。

【請求項31】 請求項16の方法において、
3/4のTCMレートで行うトレリス符号変調を含む変調を行う方法。

【請求項32】 請求項16の方法において、
2/3のTCMレートで行うトレリス符号変調を含む変調を行う方法。

【請求項33】 請求項16の方法において、
2/3のターボレートで行うターボ符号変調を含む変調を行う方法。

【請求項34】 請求項16の方法において、
1/2のターボレートで行うターボ符号変調を含む変調を行う方法。

【請求項35】 請求項25に記載の信号処理システムにおいて、
ターボ符号変調手段が、2/3のターボレートで動作するシステム。

【請求項36】 請求項25に記載の信号処理システムにおいて、
ターボ符号変調手段が、1/2のターボレートで動作する信号処理システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CDMA(Code Division Multiple Access)信号伝送システムに関し、特に、CDMA信号伝送のスペクトル効率の改善に関する。くわえて、本発明は、信号間の干渉が予想される複数ビームしたがって複数セクタアンテナを使用する無線伝送システムに関する。さらに、本発明は、固定局間すなわちサービス業務間の伝送と、共通エアインタフェースに関する。このエアインタフェースは、スペクトル効率の良い信号処理により生成される信号の伝送媒体となるものである。

【0002】

【従来の技術】CDMAは、変調処理であり、複数の通信チャネルを、個々の伝送信号に加える拡散符号により規定し、次いで、すべての信号を共通の広帯域周波数で伝送する。この伝送モードでは、拡散符号が相互に干渉すると、所定の帯域幅の中の実効通信チャネル数が制限され、スペクトル効率が悪くなる。多数のチャネルを収容するためには、ユーザ毎にまた複数ユーザ帯域毎にRF搬送波を変える必要がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】帯域幅の大きさには制限がある。利用できるスペクトルを収容できる帯域幅には所定の制限があるので、増大するトラフィック需要を満たすためには、CDMA伝送スペクトル効率の改善が不可避である。信号間の干渉は、複数ビームシステム、そしてセクタアンテナが使用されるところでは、特に問題である。

【0004】

【課題を解決するための手段】このため、スペクトル効率の改善されたCDMA信号無線伝送通信システムが、上で示した請求項に記載され示される。この無線システムでは、自由空間共通エアインタフェースが使用される。特に、先行誤り訂正を行う符号化とM相変調を組み合わせた拡散および再拡散により帯域幅の効率が改善される。このM相変調は、ユーザ信号間および複数ユーザビーム間の分離をよくするものである。

10 【0005】特に、例示する1地点から複数地点、複数地点から1地点への伝送システムにおいて、リードソロモン(Reed Solomon)符号化された通信信号が、インタリーブと組み合わせられ畳み込み符号変調され、次いで、直交符号により、利用可能な帯域幅に拡散および再拡散される。出力拡散信号は、M-PSK変調され、CDMA形式のRFで伝送される。変調符号化の例には、並列連接符号化法があり、たとえば、畳み込みターボ(Turbo)符号により実現される。別の例では、リードソロモン符号化された信号に、トレリス符号変調(Trellis Code Modulation)が行われる。

20 【0006】特に、これらの例は、信号処理により、とくに、所定のスペクトル効率を達成するターボ、TCM、PSKのレートにより区別される。

【0007】

【発明の実施の形態】図20に示される本発明の原理が好適に適用される代表的な無線通信システムには、複数の地上局190-1、190-L、190-L+1、190-Nが含まれる。これらの局では、それぞれ伝送信号が生成され、ビームとして衛星スイッチ193に送出される。本技術分野に公知の技術により、地上局190-1から190-Lが伝送するユーザ信号は、これら局からのすべての信号を含む複数信号ビームIに集束される。ビームは、以下に示す拡散処理により、複数のユーザ信号を拡散することにより生成される。同様に、地上局190-L+1から190-Nが伝送する信号は、第2の信号ビームLに集束される。

30 【0008】ビームIとLは衛星で受信され、ビームIとLの各信号が復元され、各信号のスイッチが行なわれビームに集束され、このビームが地上受信局191に伝送される。衛星でのスイッチングにより、受信信号は、対地上の(対地の)送出ビームに統合される。この送出ビームの行き先は、その中に含まれているユーザ信号の行き先と共通の行き先である。受信地上局191-Aに向かう信号は、スイッチされビームNに集束される。受信局191-Bに向かう信号は、スイッチされビームMに集束される。局191-Cに向かう信号は、スイッチされビームPに集束される。

50 【0009】このようなシステムにおいては、ユーザ信号は互いに分離され、さらに複数の信号ビームも互いに分離されることが望ましい。このことは、例示する実施

形態において、ビームとビームに含まれる個々のユーザ信号の双方に、直交その他の符号で拡散および再拡散する処理を行い達成される。これら符号は、信号間およびビーム間干渉を防ぐために必要なものである。

【0010】たとえば、地上局から衛星またはその逆の、伝送用トラフィックチャネルの符号化では、スペクトル効率の最適化がはかられ、特に、CDMA符号化されたチャネル間とビーム間の干渉が最小となるよう最適化がはかられる。伝送方法には、誤り訂正符号の接続の最適化と、帯域幅効率の良い変調方法が含まれる。第一に例示する実施形態では、外リードソロモン(outer Reed Solomon)RS(x, y)符号と内ターボコーダ(inner Turbo-coder)が連携するように符号が接続されている。これら接続符号(concatenated code)は、拡散され、M相位相偏移キーイング(M-ary Phase Shift Keying(M-PSK))が使用され変調される。第1拡散直交符号は、拡散器入力(M相記号)の長さに対応する。このスペクトル効率の良い処理は、ビーム拡散処理において全直交(fully orthogonal)、略直交(mostly orthogonal)、半直交(semi orthogonal)モードのスペクトル密度に従い実現される。ビームには、それぞれ複数のユーザ信号すなわちトラフィックチャネルが含まれる。全直交符号化は、ビームに含まれるすべてのトラフィックチャネルに使用される。疑似ランダム(Pseudo random(PN)符号と全直交(fully orthogonal(FO))符号は、ビーム符号化に使用される。略直交(Mostly orthogonal(MO))は、第1の層(すなわち最高位でありすべてのチャネルを含む)のビームのみ直交性を有する必要があるとき使用される。

【0011】全直交(FO)符号は、システムにおいて他の全直交符号から実質的に分離(すなわち相関がない)されているものであり、ここでは、ビームを直交分離するために使用される。また、ここでのFOには、すべてのビーム内ユーザが直交分離されている場合も含まれる。特定の業務においては、ビームは、4個のビームから成るクラス間で直交分離される。

【0012】略直交符号(MO)は、他符号からの分離度が小さく、干渉しない第2の層から、第1の層の直交ビームをほぼ全体として分離する。このMOモードにおいては、2個のビームの対のみ、互いに直交分離される。

【0013】半直交(semi orthogonal(SO))符号は、すべてのビーム(それぞれ直交トラフィックチャネルを含む)が非直交(non-orthogonal)PN符号により分離される符号配列である。ビームの中のユーザチャネルは、必要ならば直交分離される。

【0014】図15にブロック図で示されるスペクトル効率の良いトラフィックチャネル送信器ユニットは、入力導線151を含み、入力導線151上のR(Kb/s)の音声とデータのチャネル入力信号を受ける。フレーム化ユニット153において、この信号に、巡回冗長検査が行われ、フレーム化された信号R_k(kb/s)が形成される。

外符号器(outer encoder)155では、フレーム化された信号入力のリードソロモン符号化が行なわれる。例示する実施形態においては、480ビットのフレーム長が使用される。

【0015】符号器155の出力である符号化された信号R_k(ks/s)は、k/n(例示する実施形態では1/2)のレートの内ターボ符号器(inner Turbo encoder)157に加えられる。ここで用語TURBOは、インタリーバ(interleaver)により連結される並列または直列の接続符号を示す。特定の実施形態では、この符号は、インタリーバにより連結されるブロック(Block)符号の2個の繰り返し組織畳み込み(recursive systematic convolutional) L(RSC)符号の並列接続である。これは、インタリーバに連結される畳み込み符号の直列接続でも良い。第1ターボを含む内部符号器への入力ビットは、インタリーバによりスクランブルされ、第2ターボを含む内部符号器に入力される。並列接続符号語は、入力ビットと、これに続く両符号器のパリティ検査ビットから構成される。ここでターボ符号器157は、1/2のレートを有し、2個のRSC符号で実現される。対応する内部復号器には、フィードバック復号規則が使用され、同一の要素復号器からなるP個のパイプラインとして実現される。FO-1、MO-1、SO-1のターボ符号のレートは、たとえば、それぞれ2/3、1/2、1/3である。リードソロモン符号とターボ符号の接続は、良好なサービス品質に要求される極めて低いBER(Bit Error Rate)を提供するよう最適化される。ターボ符号は、シーベロウ(C. Berrou)他による「Near SHANNON Limit Error Correcting Coding and Decoding: Turbo Codes」、ICC'93ジュネーブ、1064-1070ページに論じられている。

【0016】ターボ符号器出力R_{nk}(ks/s)は、n(並列)記号を生成する。このn(並列)記号は、R_{nk}Mc/sに拡散され、M相PSK信号セットM=2ⁿにマッピングされる。8PSKへのマッピングは、FOに使用され、QPSKへのマッピングは、MOとSOに使用される。

【0017】ターボ符号変調された信号は、拡散器159に加えられ、これは、信号をW=10MHzの帯域幅に拡散する。図5の拡散器に、FOとMOの拡散操作と回路が示される。また、図6の拡散器回路にSOの拡散が示される。図1と図15の双方の変調および符号化システムに、これら2個の拡散器を適用し以下に論じる。拡散操作に続き、M相変調器161があり、この変調器161から伝送する信号が導線163に出力される。例示する地上一衛星通信の実施形態では、ターボ符号器が、アップリンクとダウンリンクの接続の双方に使用される。

【0018】図16に、1/2のレートのターボ符号器のブロック図を例示する。この特定のターボ符号器の実

施形態は、上で引用したペロウ他による論文の図2に示されている。この符号器は、2個の同一RSC符号(37, 21)で実現される。導線164からの入力、2個の排他的論理和ゲート162、165に入力される。第1の内符号器167への入力、ゲート162を通して入力される。外符号器168への入力、遅延線169とインタリーブ170を通して入力される。RSC符号は、インタリーブ170により連結された繰り返し組織畳み込み符号である。インタリーブは、符号器167への入力がスクランブルされ、符号器168に入力される位置に配置される。符号化された出力は、出力排他的論理和ゲート172、175から得られる。各ターボ符号ユニット177から、排他的論理和ゲート162、165へのフィードバックにより、双方の符号器のパリティ検査が可能となる。これらの説明の全体は、上で引用したペロウ他の論文から得られる。

【0019】図1に、スペクトル効率の良い別のCDMA A(code division multiple access)伝送接続が示される。これは、2個の端末ユニットすなわち局を直結するものである。接続媒体は、たとえばスイッチ(すなわち衛星)と地上加入者局との間のアップリンクまたはダウンリンク接続路である。この処理手順は、基本的に、直交拡散符号と組み合わせられたTCM(Trellis Code Modulation)を含むスペクトル効率の良い伝送方法に基づいている。この直交拡散符号の長さは、レート k/n (符号化された記号当たり k ビットの伝送)のトレリス(Trellis)記号により生成される記号長である。例示する接続路においては、複数のトラフィックチャネルが、広帯域(たとえば10MHz)のCDMAチャネルに含まれる。例示する実施形態では、処理はデジタル処理である。この接続は、全直交(FO)モードと半直交(SO)モードの双方で実現される。FOモードによれば、最良のBER(bit error rate)が得られ、ビーム間干渉が小さいときは、SOモードの方が効率が良くなる。

【0020】接続要素には、入力導線101が含まれ、これに、レート R (kb/s)(キロビット/秒)の伝送信号を受け、フレーム化ユニット103において、巡回冗長検査が行われ、また、フレーム信号伝送ビットレート R_s (kb/s)のフレームが形成される。このフレームには、16ビットのCRCとフレームテールビットが含まれる。リードソロモン符号器105RS(x, y)は、フレーム信号ビットレート R_s (kb/s)を操作し、ビット誤り保護を付加し、出力記号信号レート R_c (ks/s)(キロシンボル/秒)を出力する。記号を含む出力記号速度 R_c (ks/s)は、トレリス符号変調器107に加えられ、これは、 k/n (記号/秒)のレートで符号化された記号の記号速度 R_{cs} (ks/s)で、記号をM相記号に変調する。例示する実施形態では、Mは8または16の記号である。M相信号は、マッピングI(a, b)を使用し、サインとコサイン座標(a, b)で識別される。

【0021】例示する実施形態では、拡散器109は、TCM変調された信号を10MHzの帯域幅に拡散および再拡散する。拡散信号に、変調器111において位相偏移変調による変調が行われ、導線113に出力RFが出力される。

【0022】図2に示すトレリス符号器およびリードソロモン符号器ユニットには、入力導線201に加えられるフレームパケット信号が与えられる。図2に例示する実施形態においては、入力導線201は、TCMレート2/3のトレリス符号器に接続される。

【0023】直並列変換器203では、フレーム化ユニット103の直列フレーム出力を、並列出力に変換し、リードソロモン符号器105に加える。このリードソロモン符号器105は、示されるように、 $\phi=2, 4$ に対し、RS(8, 4)とRS(8, 5)のインタリーブされた符号に適合されている。この出力は、204と205の並列導線に出力される。導線205は、フレームを畳み込み符号器207に接続し、これは、レート1/2で符号化する。導線204のフレームは、レベルマッピング回路209に直接接続される。この回路は、畳み込み符号器207の出力回路である。レベルマッピングユニットは、入力 X_1, X_2, X_3 を受け、8本の並列出力導線211にトレリスM相信号振幅(0-7)を出力する。

【0024】図3に示す別のTCMおよびリードソロモン符号器は、16の状態すなわちM相のレベルを持つ。入力 X_1, X_2, X_3, X_4 は、図2のシステムの8個の出力レベルの替わりに、16の並列出力導線311(0-15)に出力される。3/4のレートのTCMが、リードソロモン符号器105と組み合わせ使用される。

【0025】図4の拡散および変調ユニットは、図15のターボ符号変調器か、図2または図3のトラリス符号変調器のM相出力を、R,M入力導線401に受ける。入力導線401のM相記号(0からM-1)は、マッピングプロセッサ403から供給されるマッピングI

(a, b)を使用し、サイン成分とコサイン成分(a, b)にマッピングされる。導線404の $\cos n\pi/M$ 信号と、導線405の $\sin n\pi/M$ 信号は、双方とも拡散器407に加えられ、ここで \sin と \cos の成分は、同一符号により拡散される。拡散は、全直交(FO)、略直交(MO)、半直交(SO)のいずれかで行われる。これら符号のチップレートは、次のFO、MO、SOの表に示される。いずれの場合も拡散された系列が、ベースバンドフィルタ411と413に加えられ、10MHz帯域幅のCDMAチャネルが提供される。サイン波変調信号源414が、ミキサ-415に加えられる。また、この信号源414は、90°位相器416により位相偏移が行われ、ミキサ-417に加えられる。2個の信号は、加算器419で加算され、RF出力導線421に加えられる。

【0026】FO、MO、SOに対するチップレートの代表的パラメータ値が次の表に示される。 * 【0027】

* 【表1】

| FO-1による実現形態：TCML-1/3/4、16PSK, RS(32,16) | | | | | | | | |
|---|----------|-----------|-----------|------------|------------|--------------|---------|---------|
| チャネル種類 | R (kb/s) | Rb (kb/s) | Rs (ks/s) | Rss (ks/s) | Rcl (Mc/s) | RC=Rc2(Mc/s) | Rc1/Rss | Rc2/Rcl |
| I | 64 | 76.8 | 25.6 | 51.2 | 2.4576 | 9.8304 | 48 | 4 |
| II | 32 | 38.4 | 12.8 | 25.6 | 2.4576 | 9.8304 | 96 | 4 |
| III | 16 | 19.2 | 6.4 | 12.8 | 2.4576 | 9.8304 | 192 | 4 |
| 2B+D | 144 | 153.6 | 51.2 | 102.4 | 2.4576 | 9.8304 | 24 | 4 |
| T1 | 1544 | 1843.2 | 614.4 | 1228.8 | 2.4576 | 9.8304 | 2 | 4 |

【表2】

| SO-1による実現形態：TCML-1/2/3、8-PSK, RS(32,16) | | | | | | | |
|---|----------|-----------|-----------|------------|-----------|--------|--|
| チャネル種類 | T (kb/s) | Rb (kb/s) | Rs (ks/s) | Rss (ks/s) | Rc (Mc/s) | Rc/Rss | |
| I | 64 | 76.8 | 38.4 | 76.8 | 9.8304 | 128 | |
| II | 32 | 38.4 | 19.2 | 38.4 | 9.8304 | 256 | |
| III | 16 | 19.2 | 9.6 | 19.2 | 9.8304 | 512 | |
| 2B+D | 144 | 153.6 | 76.8 | 153.6 | 9.8304 | 64 | |
| T1 | 1544 | 1638.4 | 819.2 | 1638.4 | 9.3804 | 6 | |

【表3】

| ターボ符号変調 | | | | |
|-------------|--------------|------------|-------|--------------|
| 実現形態 | 外符号器 | 内符号器 | 変調 | 直交ビームの繰り返し利用 |
| 全直交 FO-1 | RS(16λ, 15λ) | ターボ 1/3 | 8-PSK | 1/4 |
| 略直交 MO-1 | RS(16λ, 15λ) | ターボ 1/2 | QPSK | 1/2 |
| 半直交 SO-1 | RS(16λ, 15λ) | ターボ 1/3 | QPSK | 1 |

SE-CDMAの代替実現形態

【表4】

| ターボ符号変調 | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SE-CDMA FO-1: (RS(16λ, 15λ), ターボレート 2/3, 8-PSK) | | | | | | | |
| チャンネル種類 | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| R (kb/s) | 64 | 32 | 16 | 144 | 384 | 1544 | 2048 |
| R_b (kb/s) | 76.8 | 38.4 | 19.2 | 153.6 | 460.8* | 2304* | 2304 |
| R_s (kb/s) | 81.92 | 40.96 | 20.48 | 163.84 | 491.52 | 2457.6 | 2457.6 |
| R_{ss} (kb/s) | 40.69 | 20.48 | 10.24 | 81.92 | 245.76 | 1228.8 | 1228.8 |
| R_{c1} (Mc/s) | 2.4576 | 2.4576 | 2.4576 | 2.4576 | 2.4576 | 2.4576 | 2.4576 |
| $R_c = R_{c2}$ (Mc/s) | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 |
| R_{c1}/R_{ss} | 60 | 120 | 240 | 30 | 10 | 2 | 2 |
| R_{c1}/R_{c2} | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

* 他チャンネル種類との多重化も含む

全直交 (FO-1) 実現形態による
SE-CDMAのシステムパラメータ

【表5】

| ターボ符号変調 | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SE-CDMA MO-1: RS(16λ, 15λ), ターボレート 1/2, QPSK | | | | | | | |
| チャンネル種類 | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| R (kb/s) | 64 | 32 | 16 | 144 | 384 | 1544 | 2048 |
| R_b (kb/s) | 76.8 | 38.4 | 19.2 | 153.6 | 460.8* | 2304* | 2304 |
| R_s (kb/s) | 81.92 | 40.96 | 20.48 | 163.84 | 491.52 | 2457.6 | 2457.6 |
| R_{ss} (kb/s) | 81.92 | 40.96 | 20.48 | 163.84 | 491.52 | 2457.6 | 2457.6 |
| R_{c1} (Mc/s) | 4.9152 | 4.9152 | 4.9152 | 4.9152 | 4.9152 | 4.9152 | 4.9152 |
| $R_c = R_{c2}$ (Mc/s) | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 |
| R_{c1}/R_{ss} | 60 | 120 | 240 | 30 | 10 | 2 | 2 |
| R_{c2}/R_{c1} | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

* 他チャンネル種類との多重化も含む

略直交 (MO-1) 実現形態による
SE-CDMAのシステムパラメータ

【表6】

ターボ符号変調

SE-CDMA SO-1: RS(16λ, 15λ), ターボレート 1/3, QPSK

| チャネル種類 | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| R (kb/s) | 64 | 32 | 16 | 144 | 384 | 1544 | 2048 |
| R _b (kb/s) | 76.8 | 38.4 | 19.2 | 153.6 | 409.6* | 2048* | 3072* |
| R _{ss} (kb/s) | 122.8 | 61.49 | 30.72 | 245.76 | 655.36 | 3276.8 | 4915.2 |
| R _c (Mc/s) | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 | 9.8304 |
| R _c /R _{ss} | 80 | 160 | 320 | 40 | 15 | 3 | 2 |

* 他チャネル種類との多重化も含む

半直交 (SO-1) 実現形態による

SE-CDMAのシステムパラメータ

ユーザ信号を符号化し、ビームを符号化するFO、MO、SO拡散は、図5と図6の拡散器においてそれぞれ実行される。たとえば、FO拡散および再拡散を使用すると、ユーザトラフィックに、60個の直交符号があたり、レート $R_{c1}=2.4576\text{ Mc/s}$ で拡散される。係数4による再拡散を行うと、チップレートは 9.8304 Mc/s に上がる。再拡散ステップでは、4直交符号を提供し、信号ビームを図7の符号順に分割する。これら4直交信号ビーム符号の繰り返し使用パターンが、図8に示される。この図は、米国内における30個のビーム(5dBビーム幅0.78)の配置例を示す。別の2直交信号ビーム符号の繰り返し使用パターンが、図18に示される。この図は、図17に示される符号順に対応する米国における30のビーム(5dBビーム幅0.78)の配置例を示す。

【0028】ビーム内干渉が低い場合、ビームにSOモードが使用される。SOモードを使用する場合は、直交ビーム符号は使用しない。また、レート $R_{c1}=R_c$ である。要求される長さ L が2のべき乗($L=2^k$)であるときは、直交符号は、アダマール ウォルシュ関数(Hadamard-Walsh function)を使用し生成される。図9は、平方剰余法により生成される60の直交符号を示す。

【0029】FOおよび/またはMO拡散処理の概略が図5に示される。最初に、aとbのユーザ信号が排他的論理和ゲート503と505にそれぞれ加えられ、ここで、符号生成器507により生成されるレート R_{c1} のL1直交符号で励振され、各CDMAビーム内のユーザチャネルが直交分離される。レート R_{c1} のゲートされた出力は、排他的論理和ゲート513と515に並列に加えられ、ここで、各ゲートは、符号生成器517により提供されるレート R_{c1} のビームPN符号 g_1 により励振さ

れ、ビームの生成と拡散が行われる。排他的論理和ゲート513と515のレート R_{c1} の出力は、排他的論理和ゲート523と525に並列に伝送され、これは、符号生成器527により供給されるレート R_{c2} のL2直交符号で励振され、CDMAビームが直交分離される。結果としての導線511と512の出力は、レート $R_{c2}=R_c$ である。

【0030】図7に、全直交(FO)符号化記号の記号長 T_{μ} 、拡散チップ長 T_{c1} ($T_{\mu}=60T_{c1}$)、総拡散チップ長 T_{c2} ($T_{c1}=4T_{c2}$)の間の関係を示す。

【0031】図17に、略直交(MO)符号化の記号長 T_{μ} 、拡散チップ長 T_{c1} ($T_{\mu}=60T_{c1}$)、総拡散チップ長 T_{c2} ($T_{c1}=2T_{c2}$)の間の関係を示す。

【0032】図6にSO拡散処理を開示する。図5との相違は、L2直交ビーム符号 R_{c2} が省かれ、PNと直交符号の拡散レートが双方とも R_c であることである。L1直交符号が、排他的論理和ゲート603と605に加えられ、ユーザチャネルが識別され、PN符号が排他的論理和ゲート623と625に加えられ、ビームが識別される。

【0033】図5または図6のいずれかの拡散器の拡散操作に従えば、 R_c データは、図4に示されるベースバンドフィルタ411と413を通し伝送される。これらベースバンドフィルタは、二乗コサインフィルタとして実現される。これらベースバンドフィルタの特性は、図10に示され、例示するグラフに示されるように係数0.15のロールオフ(roll off)特性を提供する。

【0034】図4の拡散および変調回路において、ミキサ415と417の双方の出力は、加算器419で加えられ、出力導線421に印可され、最後にトラフィック受信回路に供給される。このトラフィック受信回路の多様な構成要素が、図11、図12、図13、図14に

示され、この中の図12、図13には、FOとSOの双方の逆拡散器操作について受信器接続の全体が示される。

【0035】図11のコヒーレント復調回路では、導線421の入力信号が2個の排他的論理和ゲート1103、1105に加えられる。サイン波信号源1111は、排他的論理和ゲート1103をコサイン関数で励振し、また、位相器1107を経由し、排他的論理和ゲート1105をサイン関数で励振する。論理和ゲート出力は、低域通過フィルタ1113と1115に加えられ、

次いで、アナログデジタル変換器1117、1119、FIR回路1121、1123に加えられる。次いで、導線1133、1135を経由し、逆拡散器1118に接続される。逆拡散器は、図12[FO/MO]と図13[SO]に示される。

【0036】図12に示される全直交(FO)または略直交(MO)逆拡散器では、導線1133、1135に、排他的論理和ゲート1201、1202が接続される。入力は、最初に排他的論理和ゲート1201、1202において、直交符号 $W_i(t)$ (たとえばウォルシュ符号)で逆拡散される。論理和ゲート出力は、積分器1203、1204においてそれぞれ積分長 $L_i T_a$ の長さまで積分され、先に伝送され、スイッチ1215、1216の閉塞時間により制御される。この長さまで積分された符号は、排他的論理和ゲートに加えられ、特に排他的論理和ゲート1206、1207において、PN符号 $g_i(t)$ により逆再拡散され、次いで、排他的論理和ゲート1218、1219において、直交符号 $W_i(t)$ (たとえばウォルシュ符号)で逆拡散される。2個の結果の出力は、積分器1208、1209に加えられる、これは、符号全長 $L_i T_a$ の積分を行う。積分出力すなわち加算結果は、図14に概略が示され、また以下で論じるTCRU(Traffic Channel Receiver Unit)チャネル復号器1277に加えられる。

【0037】図13に示される半直交(SO)逆拡散器では、チャネルPN符号 $g_i(t)$ が使用され、排他的論理和ゲート1351、1352に加えられ、直交ビーム符号 $w_i(t)$ (たとえばウォルシュ符号)が使用され、排他的論理和ゲート1353、1354に加えられる。逆拡散された信号とビームは、LTC積分器1356、1357で積分される。該当する帯域幅またはセクタが混雑していなく、全直交拡散が不要なときは、半直交拡散が使用される。

【0038】図14のTCRUチャネル復号器では、 $\phi = \arctan b/a$ マッピングユニット1413において、コサインとサインの信号入力のマッピングが行なわれる。位相推定回路1414(図19)において位相推定が行われ、位相に対応する記号が生成される。これら記号は、レベルマッピングユニット1415に加えられる、次いで、TCMまたはターボ復号器1416に加

えられる。これら記号は、復号器1417において、リードソロモン復号が行われ、受信器の導線1420にRFデータ信号が供給される。

【0039】記号支援干渉復調(symbol aided coherent demodulation)もシステムに使用される。このようなシステムでは、受信器で位相推定を行う。図19に示されるような記号支援干渉復調で実現される受信器システムもシステムに使用される。このようなシステムでは、受信器で位相推定を行う。既知の記号が、伝送フレームの既知の位置に挿入される。記号ビットレートは、全伝送ビットレートの4%か、それより小さい。図19に示されるように、これら記号は、受信器で抽出され、情報記号を復調するための位相推定にあてられる。

【0040】図19に示す受信器システムは、受信信号のコヒーレント分離(coherent resolution)に使用される。受信データ記号の位相 ϕ_i が入力導線271に受信され、位相補正回路272に加えられる。入力記号は、また、回路273に加えられ、位相補正情報 ϕ_e を生成し、この位相補正情報は、2極スイッチ277を経由し、位相推定器278に加えられる、ここで、平滑化と内挿により推定が行なわれ、推定位相補正情報が供給される。

【0041】基準位相の記号 ϕ_e が導線275に加えられる、スイッチ277を経由し、位相推定器278に選択的に接続される。示されるように、回路273の出力は、同様に位相推定器278に接続される。位相推定器278の出力は、同様に位相補正回路272に加えられる。位相補正回路の出力は、受信データ記号、抽出された位相情報と位相推定の和であり、受信データ記号に対する推定された位相 ϕ_{est} が設定される。

【図面の簡単な説明】

【図1】トレリス符号変調を使用するスペクトル効率の良いCDMA伝送システムを示す概略図である。

【図2】図1のシステムに使用されるトレリス符号変調器(レート2/3)とリードソロモン符号器を示す概略図である。

【図3】図1のシステムに使用される別のトレリス符号変調器(レート3/4)とリードソロモン符号器を示す概略図である。

【図4】図1と図15に使用される拡散変調回路を示す概略図である。

【図5】図4の拡散変調器に使用される全直交または略直交システムの拡散回路を示す概略図である。

【図6】図4の拡散変調器に使用される半直交システムの拡散回路を示す概略図である。

【図7】全直交CDMAの拡散記号とチップレートを例示する図である。

【図8】4符号直交ビーム符号を繰り返し使用する地理的配置(たとえば米国大陸)を例示する概略図である。

【図9】 長さ60（部分的に示される）の直交系列を例示する図である。

【図10】 CDMAチャネルのベースバンドフィルタ特性を例示する図である。

【図11】 通信チャネル受信器ユニットに使用される復調ユニットを示す概略図である。

【図12】 全または略直交システムのPN、 W_i 、 W_c 符号逆拡散器を示す概略図である。

【図13】 半直交システムのPN、 W_i 、 W_c 符号逆拡散器を示す概略図である。

【図14】 TCRU復号器を示す概略図である。

【図15】 ターボ符号変調を使用するスペクトル効率の良いチャネル送信器を示す概略図である。

【図16】 ターボ変調器を示すブロック図である。

【図17】 略直交(MO)CDMAの拡散記号とチッププレートを示す図である。

【図18】 2符号直交ビーム符号を繰り返し使用する地理的配置（たとえば米国大陸）を例示する概略図である。

【図19】 位相推定器を示す概略機能ブロック図である。

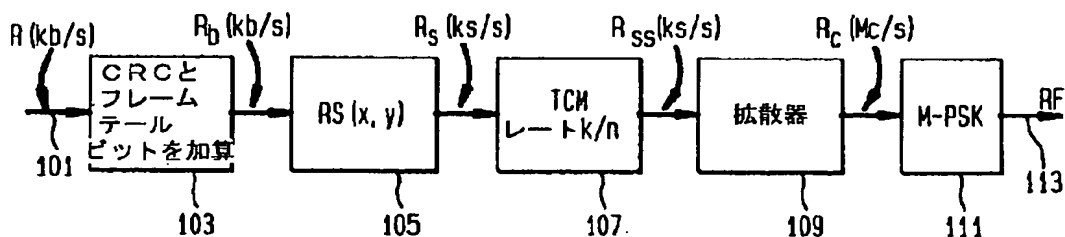
【図20】 本発明の原理を実施する地上局と衛星局との間の無線通信システムを示す概略図である。

【符号の説明】

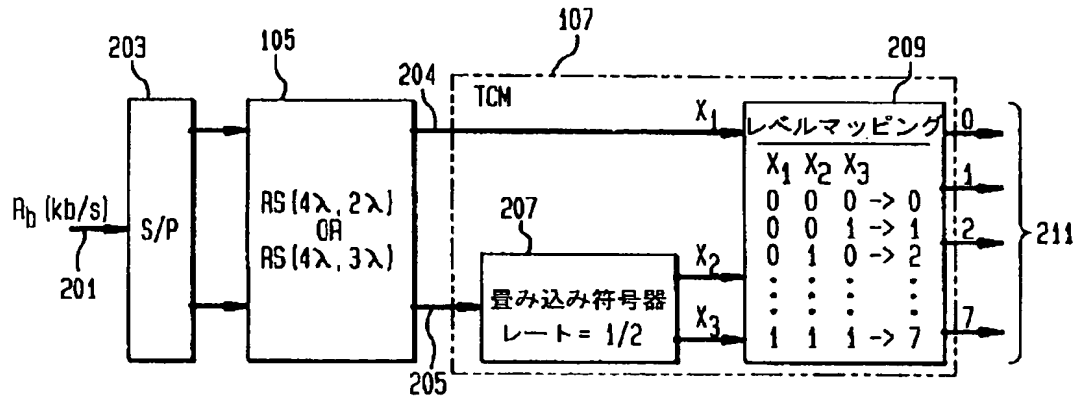
101 入力導線、103 フレーム化ユニット、105 リードソロモン符号器、107 トレリス符号変調器、109 拡散器、111 位相偏移変調器、113 導線、151 入力導線、153 フレーム化ユニット、155 外符号器、157 内ターボ符号器、159 拡散器、161 M相変調器、162 排他的論理和ゲート、163、164 導線、165 排他的論理和ゲート、167 内符号器、168 外符号器、169 遅延線、170 インタリーブ、172、175 *

* 論理和ゲート、177 ターボ符号ユニット、190-1、190-L、190-L+1、190-N 地上伝送局、191-A、191-B、191-C 地上受信局、193 衛星スイッチ、201 入力導線、203 直列並列変換器、204、205 並列導線、207 畳み込み符号器、209 レベルマッピング回路、211 並列出力導線、271 入力導線、272、273 位相補正回路、277 2極スイッチ、278 位相推定器、401 入力導線、403 マッピングプロセッサ、404、405 導線、407 拡散器、411、413 ベースバンドフィルタ、414 サイン波変調信号源、415 ミキサー、416 位相器、417 ミキサー、419 加算器、421 出力導線、503、505 排他的論理和ゲート、507 符号生成器、511、512 導線、513、515 排他的論理和ゲート、517 符号生成器、523、525 排他的論理和ゲート、527 符号生成器、603、605、623、625、1103、1105 排他的論理和ゲート、1107 位相器、1111 サイン波信号源、1113、1115 低域通過フィルタ、1117 アナログデジタル変換器、1118 逆拡散器、1119 アナログデジタル変換器、1121、1123 FIR回路、1133、1135 導線、1201、1202 排他的論理和ゲート、1203、1204 積分器、1206、1207 排他的論理和ゲート、1208、1209 積分器、1215、1216 スイッチ、1218、1219 排他的論理和ゲート、1277 TCRUチャネル復号器、1351、1352、1353、1354 排他的論理和ゲート、1356、1357 LTC積分器、1413 マッピングユニット、1414 位相推定回路、1415 レベルマッピングユニット、1416 ターボ復号器、1417 リードソロモン復号器、1420 導線。

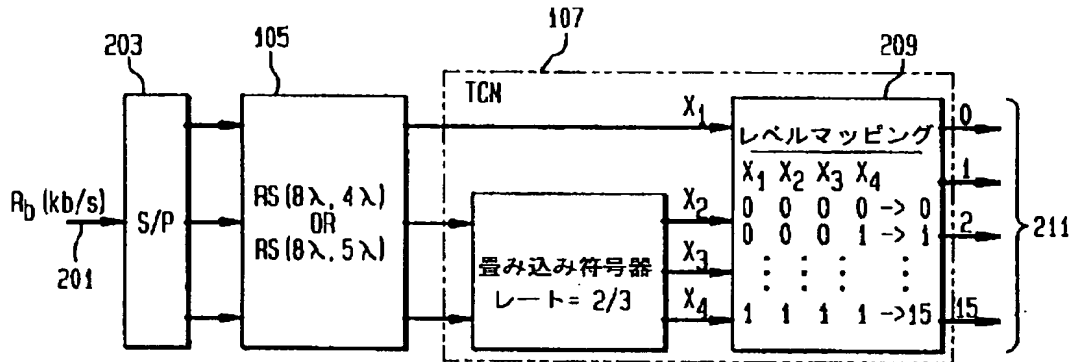
【図1】



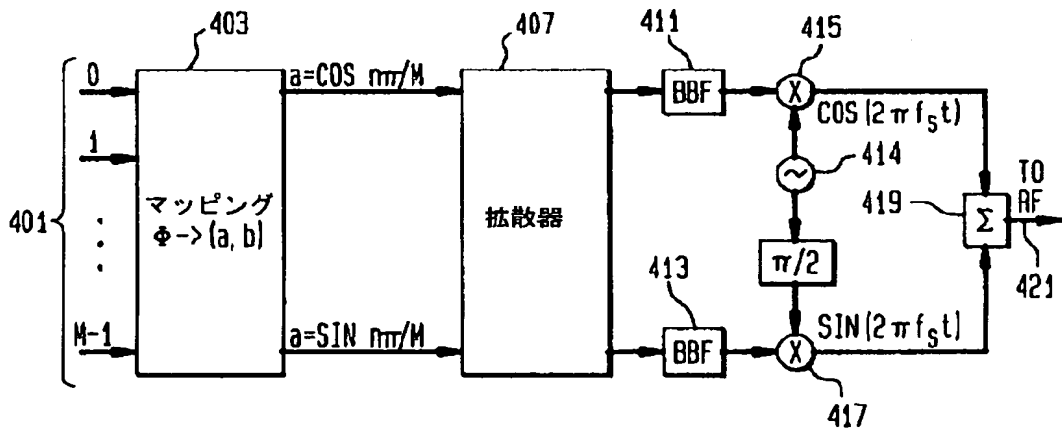
【図2】



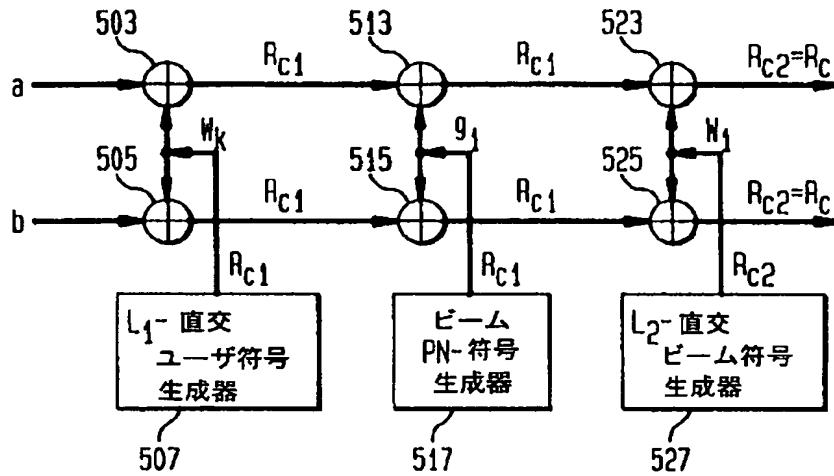
【図3】



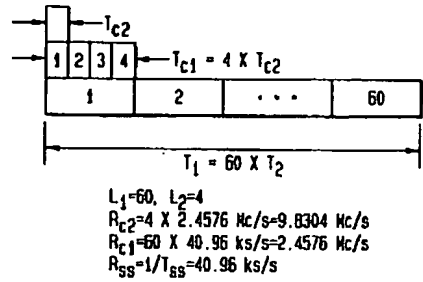
【図4】



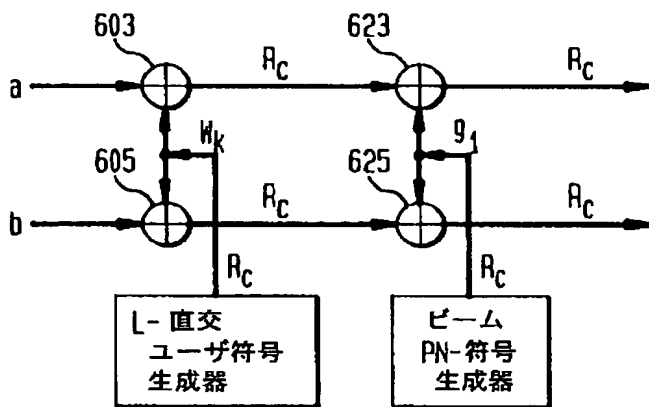
【図5】



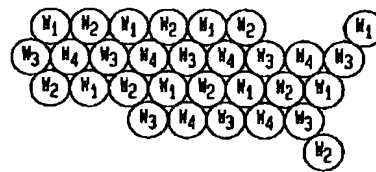
【図7】



【図6】



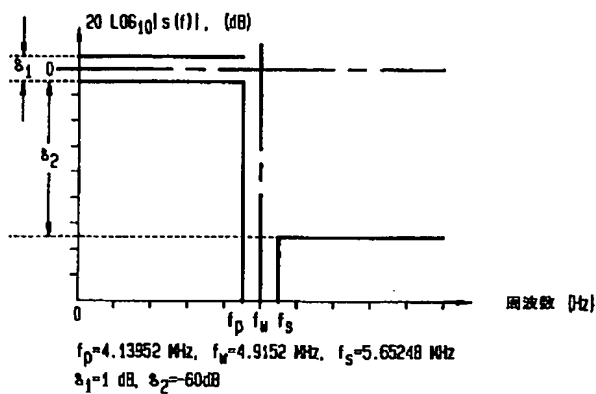
【図8】



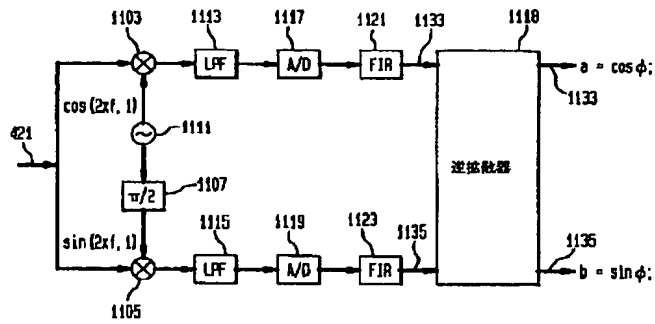
【図9】

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | ... | 59 | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|---|
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ... | 1 | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ... | 0 | |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ... | 1 | |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ... | 0 | |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ... | 1 | |
| 5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ... | 1 | |
| 6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ... | 1 | |
| 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | |
| 8 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 9 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | |
| 10 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ... | 1 | |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | |
| 13 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 14 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 18 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 22 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 23 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 24 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | |
| 26 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 29 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 1 | |
| 31 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 0 | |
| ... | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | ... | : | |
| 59 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | ... | 0 |

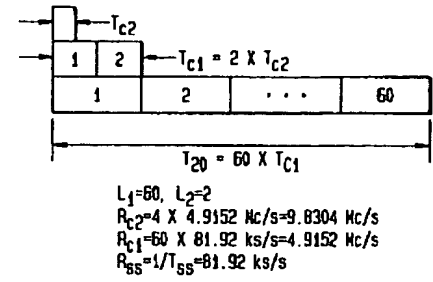
【図10】



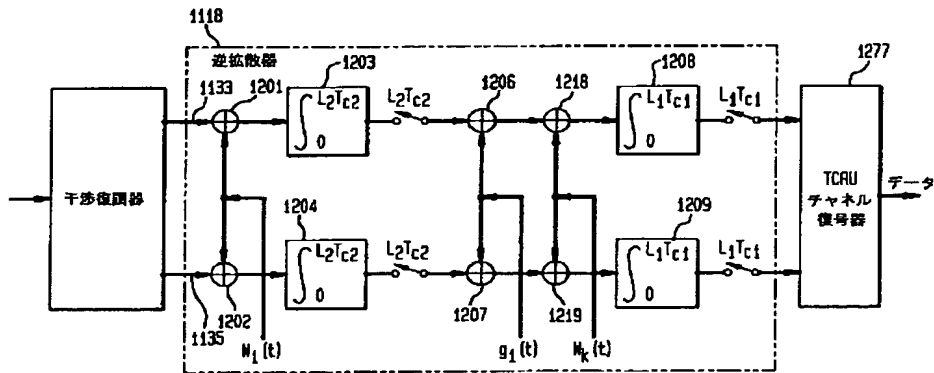
【図11】



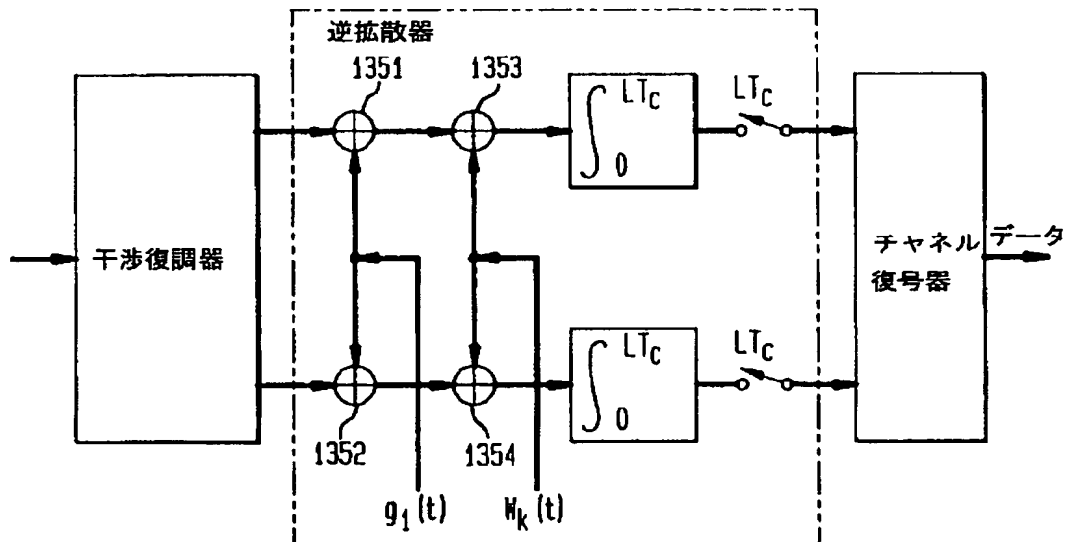
【図17】



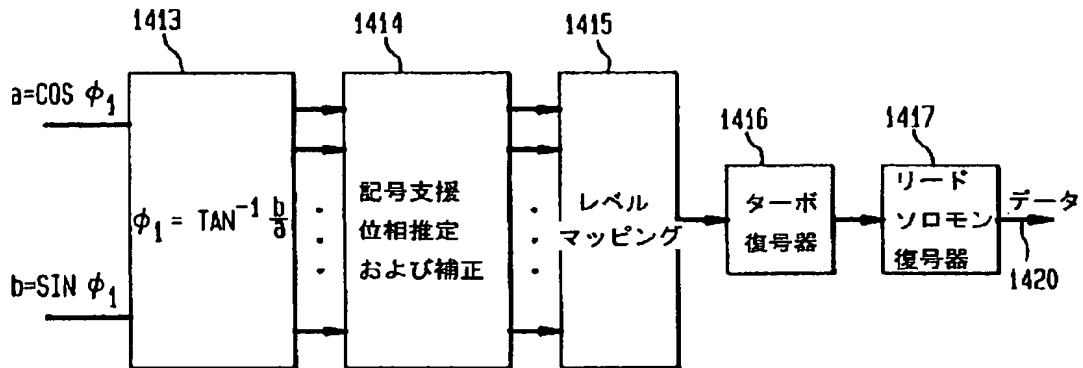
【図12】



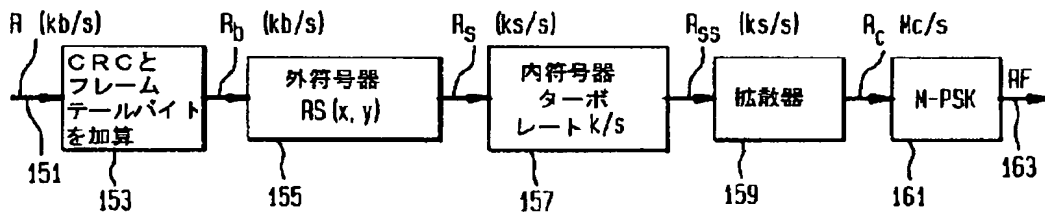
【図13】



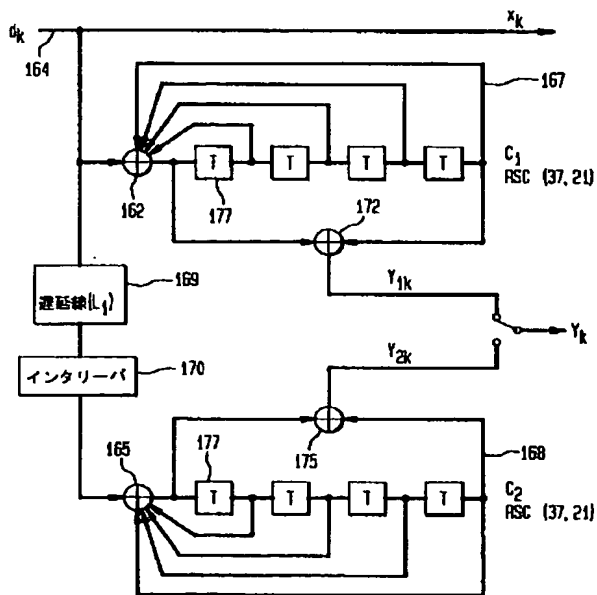
【図14】



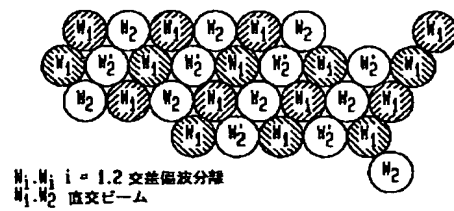
【図15】



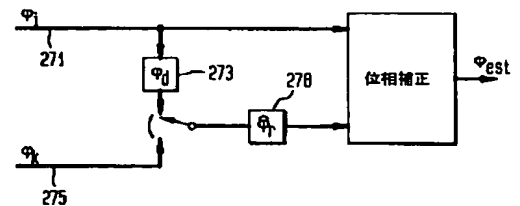
【図16】



【図18】



【図19】



【図20】

